

# ANGEWANDTE GEOLOGIE IM SALZKAMMERGUT – WER BRAUCHT SIE?

Günter Moser <sup>(1)</sup>

<sup>1)</sup> *zt-buero@moser-jaritz.at, ZT-Büro Moser-Jaritz, Münzfeld 50, A-4810 Gmunden*

## I. EINLEITUNG

Während der letzten Jahrzehnte hat sich nicht nur die dem Menschen zur Verfügung stehende Technologie verändert, auch das Landschaftsbild hat gravierende Veränderungen erfahren. Es sind dies weniger Veränderungen durch landschaftsbildende Naturprozesse, als vielmehr die Eingriffe des Menschen in die Landschaft, etwa durch die Ausdehnung von Siedlungs-, Gewerbe- und Industrieräumen, die Nutzung von Rohstoffen, aber auch der massive Ausbau infrastruktureller Einrichtungen, wie Verkehrswege, Kommunikationstechnik und dergleichen. Damit einher geht auch ein erhöhter Bedarf an Bauland und Rohstoffen. Es werden – nachdem viele der unproblematischen Flächen bereits verbaut sind – auch Flächen mit einem höheren geogenen Baugrundrisiko als Bauland genutzt, neue Massenrohstofflagerstätten erschlossen und Wasserversorgungsanlagen errichtet. Häufig entstehen dabei Interessenskonflikte, wie etwa zwischen Trinkwasserversorgung und Flächennutzung, oder zwischen Bebauung in massenbewegungsgefährdeten Arealen und der Ausweisung von Bauland, deren Lösung zu aller erst auf fachlicher Basis erfolgen muss. In diesem Spannungsfeld hat das Aufgabengebiet der angewandten Geologie in den letzten Jahrzehnten permanent an Bedeutung und Vielfalt gewonnen.

Als in der Region tätiges Büro mit insgesamt 10 Mitarbeitern machen die lokalen Aufgaben nur einen Teil des gesamten fachlichen und geographischen Tätigkeitsfeldes aus. Dementsprechend variiert auch die Palette an Auftraggebern, welche durch Beziehung von Geologen unterschiedlichste Aufgaben und Schwierigkeiten auf diversen Problemfeldern lösen können. Zu diesen Auftraggebern zählen im Falle unseres Büros öffentliche Stellen, wie Bund, Land, Gemeinden oder die Wildbach- und Lawinenverbauung genau so, wie Industriebetriebe und Baufirmen. Die folgenden Projektbeispiele sollen einen kleinen Einblick in die interessante und abwechslungsreiche Arbeit unserer regionalen Aufgaben geben.

## II. BEISPIEL 1: WASSERVERSORGUNG FÜR DIE GEMEINDE OHLSDORF

Der Bedarf an Trinkwasser der Gemeinde Ohlsdorf wurde bis 1998 über die gemeindeeigenen Schachtbrunnen „Föding“ und den am Ortsrand befindlichen Brunnen „Ohlsdorf“ abgedeckt. Mitte der 1990er Jahre wurde jedoch deutlich, dass einerseits der Brunnen „Föding“ aufgrund qualitativer Belastungen durch erhöhte Atrazinwerte und der Brunnen „Ohlsdorf“ durch eine abnehmende Förderleistung nur mehr eingeschränkt für die Wasserversorgung des Gemeindegebietes zur Verfügung stehen, bzw. mittelfristig eine alternative Wasserversorgung in Betrieb genommen werden muss. Zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit wurde kurzfristig eine Liefervereinbarung mit der Steyermühl AG getroffen, die auf Ohlsdorfer Gemeindegebiet den Brunnen „Sandhäuslberg“ zur werksinternen Trinkwasserbereitstellung betreibt. Gleichzeitig wurde über das Gemeindegebiet von Ohlsdorf eine flächendeckende Untersuchung über alternative Brunnenstandorte in Angriff genommen (siehe dazu Geol. B.-A. 1996).

Bei der über das gesamte Gemeindegebiet vorgenommenen Standortsuche wurden zunächst die vorhandenen Grundwasserströme abgegrenzt und diese Bereiche einer näheren Untersuchung unterzogen. Es sind im Gemeindegebiet drei große Grundwasserströme vorhanden, wobei einer in etwa dem Verlauf der Traun folgt, ein weiterer parallel zur Aurach verläuft und eine Verbindungsrinne im Untergrund zwischen diesen beiden Grundwasservorkommen den dritten Grundwasserstrom aufnimmt.

Aufgrund hoher Nitratwerte im Bereich des Aurachgrundwasserstromes und der Verbindungsrinne sowie der überwiegend landwirtschaftlichen Flächennutzung im südwestlichen Gemeindegebiet, wurde der Waldbereich entlang der Traun (Standortbezeichnung „Aupointen“) favorisiert und weitere Untersuchungen auf diesen Bereich konzentriert. Hier wurde versucht, im Bereich der Einmündung der Verbindungsrinne zwischen Aurach- und Traunbegleitgrundwasserstrom in den Traunbegleitgrundwasserstrom einen Mischbereich der beiden Grundwasserströme zu nutzen. Dies erschien deshalb als vorteilhaft, weil dadurch eine Dämpfung erhöhter Chloridwerte des Traunbegleitgrundwassers und erhöhter Nitratwerte des Grundwassers der Verbindungsrinne erreicht werden sollte. Mittels einer digitalen Grundwassermodellierung wurde ein kleinräumiger Bereich abgegrenzt, innerhalb dessen die Errichtung eines Brunnens günstig erschien.

Zur Erkundung des Bodenaufbaus und zur Abschätzung der Grundwasserergiebigkeit wurde zunächst eine Probebohrung abgeteuft. Des weiteren wurde die Grundwasserqualität des Standortes und der Brunnen der näheren Umgebung untersucht. Insgesamt wurden die Ergebnisse der Prognosen bestätigt, sodass die Detailplanung des Brunnens in Angriff genommen werden konnte.

Der Brunnen weist eine Tiefe von 56 m auf, wurde in Edelstahlverrohrung ausgeführt und mit einem Brunnengebäude überbaut (siehe auch Abb. 1). Ein erster Pumpversuch zeigte bereits die enorme Leistungsfähigkeit der Brunnenanlage und bestätigte auch die günstige Situierung durch die im Vergleich zum Traunbegleitgrundwasser geringeren Chloridwerte und im Vergleich zur Grundwasserverbindungsrinne verringerten Nitratwerte.

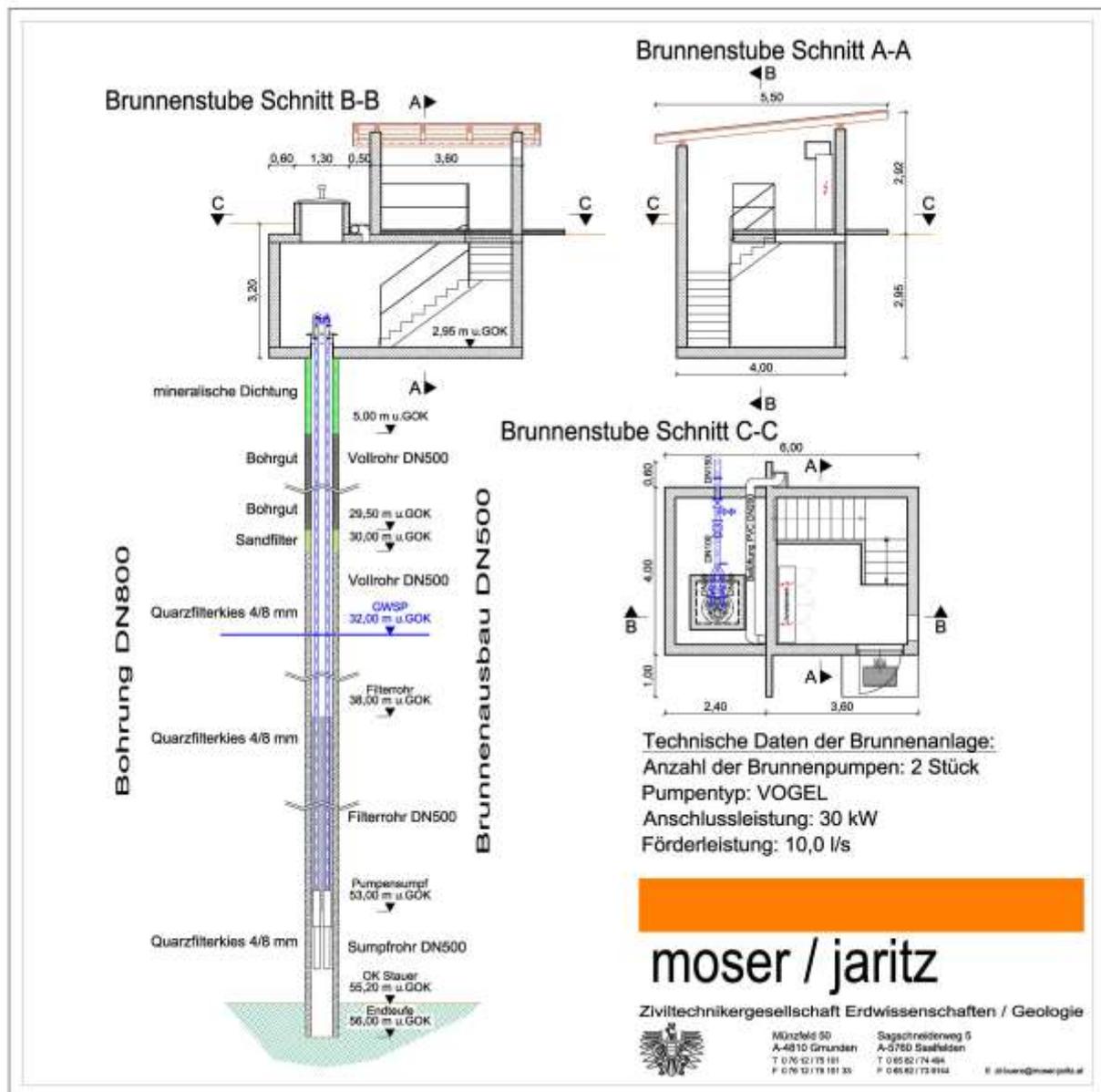


Abb. 1: Brunnenausführung Brunnen „Aupointen“

Der Anschluss an das Versorgungsnetz erfolgt über eine ca. 350 m lange neue Leitung, die in „Föding“ in die bestehende Transportleitung Richtung Hochbehälter einbindet.

Mit dem Brunnen „Aupointen“ ist der Gemeinde Ohlsdorf die langfristige Sicherstellung der Versorgung des Gemeindegebietes mit Trinkwasser gelungen. Die Anlage ist aufgrund ihrer Situierung und Ausführung geeignet, die Trinkwasserversorgung der nächsten Jahrzehnte sicherzustellen.

### III. BEISPIEL 2: FELSSTURZ AM GRÜNBERG SW-HANG (GEMEINDE GMUNDEN)

Am Süd- und Westhang des Grünberges ließ die Bundesforste AG (Forstbetrieb Gmunden) eine Forststraße errichten. Im Zuge der Errichtung einer Böschungssicherung stürzte ein für die Sicherung vorgesehener Block ab und verursachte erheblichen Sachschaden.

Das Baugebiet liegt geologisch im Bereich der Flyschzone. Die Flyschzone im näheren Projektgebietsumfeld wird von Gesteinsserien aufgebaut, die sich aus Wechsellagerungen von Tonmergeln, Mürbsandsteinen und Kalkmergeln zusammensetzen. Die Bankungsmächtigkeiten betragen zumeist einige Zentimeter bis wenige Dezimeter. Mit größeren Blockgrößen war demnach nicht zu rechnen und dementsprechend wurde auch ein entsprechendes Steinschlagnetz zum Schutz vor Steinschlag dimensioniert.

Die am Projektstandort anstehenden Festgesteine werden von einer unterschiedlich mächtigen, feinkorndominierten Verwitterungsdecke überlagert. Die Verwitterungsdecken über dem anstehenden Flyschfestgestein können mehrere Meter erreichen und wurden vor allem im Zuge der Eiszeiten, im periglazialen, d. h. eisfreien Gletscherumfeld gebildet. Dabei wurde das Gestein durch oftmalige Frost-Tauwechsel tiefgreifend aufgelockert, verwittert und oberflächennahe zu Lehm umgewandelt. Zu diesen periglazialen Erscheinungen gehören unter anderem gravitative Massenverlagerungen durch frostbedingte Solifluktion, Abspülungen, Bodenkriechen und Rutschungserscheinungen.

Die Festgesteine werden unter dem Überbegriff Rhenodanubischer Flysch zusammengefasst, wobei im unmittelbaren Umkreis des Projektstandortes die Altlenzbacher Schichten (Geol. B.-A. 1996) anstehen. Am unmittelbaren Projektstandort wird unter einer unterschiedlich mächtigen Verwitterungsdecke, die sich aus einem Gemisch von Sand und Schluff und darin eingelagerten Sandstein- und Mergelbruchstücken zusammensetzt, das mehr oder weniger verwitterte ortsfeste Festgestein des Flyschs angetroffen. Dabei handelt es sich um eine Wechsellagerung aus grauen bis braunen, cm- bis dm-geschichteten Sandsteinen und Tonmergeln. Das Einfallen der Schichten kann mit einem Clarwert von ca. (340/50) angegeben werden und verläuft somit mittelsteil in den Hang.

Die Aufgabe unseres Büros bestand darin, aus den vorhandenen Spuren im Gelände (Schlagmarken an Bäumen, wie in Abb. 2 oder Einschlagpunkten im Boden) den Pfad des transportierten Blockes zu rekonstruieren. Im Rahmen dieser Sturzbahnanalyse wurde der Verlauf des abgestürzten Blockes lagemäßig dargestellt und die aufgetretenen Sturzenergien wurden mittels computerunterstützter Steinschlagsimulation angeschätzt. Für diese Simulation wurde das zweidimensionale Programm ROCKFALL 6.1 verwendet (Abb. 5).

#### **Bei diesem Simulationsprogramm gehen folgende Parameter in die Simulation ein:**

Startpunkt des Blockes oder Steines / Hanggeometrie / Blockgröße des Designblockes / Form des Blockes / Startbewegung / Hangparameter / tangentielle Dämpfung / normale Dämpfung / Rollwiderstand / Gleit- und Haftreibung / Rauigkeit / Gesteinsdichte.

Diese Einflussgrößen werden innerhalb von plausiblen Grenzen so lange variiert, bis die Simulation einen realistischen Sturzverlauf bezüglich Sprunghöhen und -weiten als auch Reichweiten ergibt. Nach dieser Ermittlung der relevanten Einflussgrößen werden diese über einen Zufallsgenerator innerhalb vorgewählter Grenzen variiert. Im Zuge von mehreren Simulationsdurchläufen können daher die Energien und die Sprunghöhen statistisch ermittelt werden. Als Startpunkt wurde für die Simulation der Bereich der im Bau befindlichen Forststraße gewählt, die Steingröße entspricht der Geländeaufnahme (1,3 m x 1,3 m x 1,37 m). Im verwendeten Steinschlagsimulationsprogramm wurde auch der vorhandene Baumbestand bei der Berechnung der einzelnen Kennwerte berücksichtigt. Es zeigte sich hier auch, dass diese Baumtreffer die Sturzbahn des Steines sehr wesentlich beeinflussen.

#### **Der Sturzvorgang lässt sich wie folgt rekonstruieren:**

Nachdem der Block von der Ladefläche gestürzt ist, hat er eine Buche mit BHD ca. 15cm direkt unterhalb der Trasse der Forststraße in Bau durchschlagen und ist dann Richtung Tal gestürzt (Abb. 2-3).

Im weiteren Sturzverlauf beschädigte er die Steinschlagverbauung, wobei die Seile der bergseitigen Abspannung abgeschlagen wurden und in weiterer Folge die Verbindung der Randstütze mit der Bodenplatte verbogen bzw. aus der Verankerung gerissen wurde. Das gesamte Randfeld wurde talwärts gedrückt und der Block überrollte die am Boden liegende Verbauung. Die Drahtgeflechteauflage des Steinschlagnetzes wurde dabei nur leicht beschädigt, das Netz selbst wurde nicht beschädigt.

Am Ende seiner Sturzbahn durchschlug der Block die bergseitige Mauer (ca. 40cm stark) eines Hauses. Der Block prallte durch die enorme Abbremsung wieder zurück und blieb außerhalb des Gebäudes liegen (Abb. 4).



Abb. 2: Schlagmarken an Bäumen durch Blockschlagtreffer



Abb. 3: Verlauf des abgestürzten Blockes im Gelände



Abb. 4: Abgelagerter Block im Bereich der Hausmauer



Zur Vermeidung weiterer derartiger Schadensfälle sollte die Böschungsstabilität im Bereich der Hanganschnitte und der Aufschüttung der für die Errichtung der Forststraße erforderlichen Böschungen berechnet werden. Die Standsicherheitsberechnungen werden nach der Gleitkreisemethode von Bishop (DIN 4084) mit Hilfe des Simulationsprogrammes SLIDE 5.0 der Fa. Rockscience durchgeführt. Für die Berechnung wurden mehrere Homogenbereiche angenommen, denen charakteristische Bodenkennwerte zugeordnet wurden. Grundlage für die Beurteilung der Standsicherheit von Böschungen ist die Beurteilung der Materialparameter des Gebirges. Die Festigkeit des Gebirges hängt einerseits von den Materialeigenschaften der Gesteine, aus denen sich die Böschungen zusammensetzen und andererseits von den Diskontinuitäten im Gebirge ab. Für die Beurteilung der Festigkeitseigenschaften des Flyschgesteins wurde vor allem das Verfahren nach Hoek/Brown herangezogen. Dieses Verfahren berücksichtigt sowohl die Festigkeit des Gesteins als auch die Diskontinuitäten.

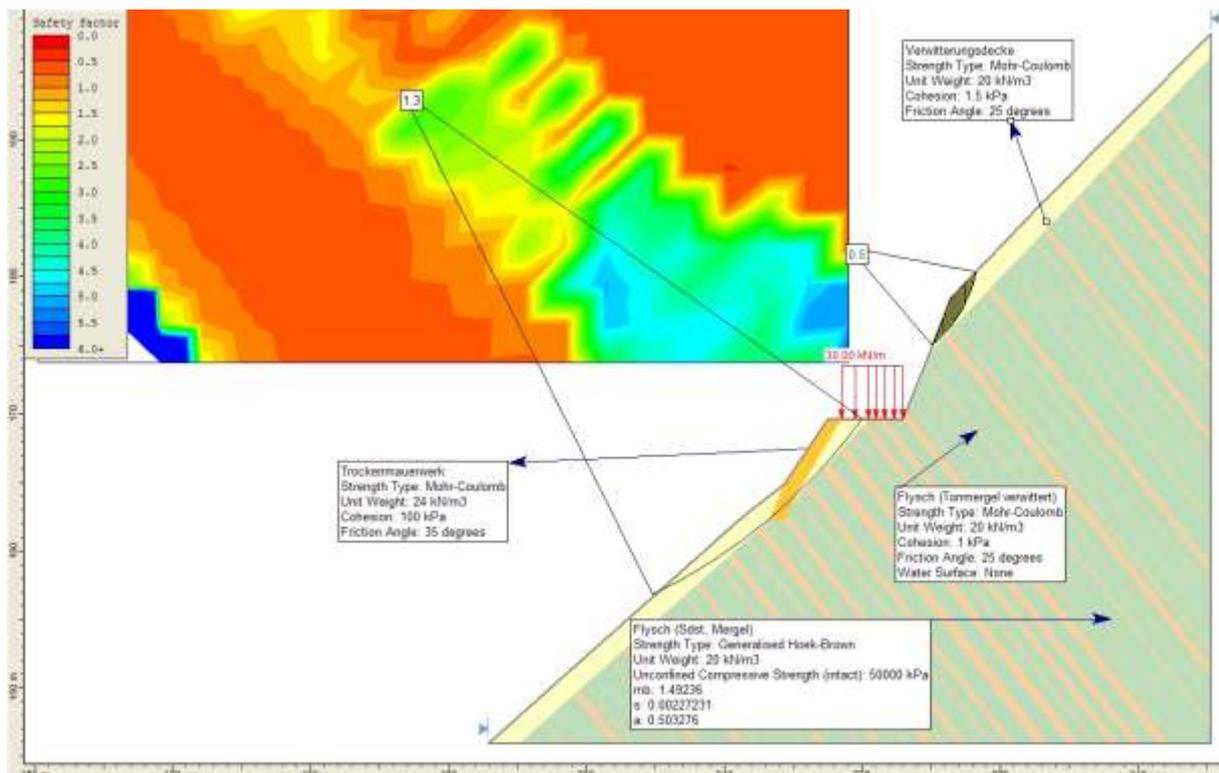


Abb. 6: Standsicherheitsberechnung im Bereich der Forststrasse

Die Forststraße Grünberg West ist im Bereich des Untersuchungsgebietes entsprechend den durchgeführten Berechnungen bei entsprechender sorgfältiger Ausführung und einer Gründung der Bruchsteinmauer in das anstehende Festgestein als standsicher im Sinne von ÖNORM B4040 zu beurteilen. Im Bereich der Verwitterungsschicht sind kleinere oberflächennahe Abgleitungen im Anschnittbereich möglich, die jedoch die Gesamtstabilität der Böschung nicht beeinflussen (Abb. 6).

#### IV. BEISPIEL 3: STEINSchLAG- UND LAWINENSCHUTZDAMM STEINGRABEN - HALLSTATT

Aufgrund der Beobachtungen und Ereignisse der vergangenen Jahrzehnte wurde seitens der Wildbach- und Lawinerverbauung Bad Ischl die Planung einer Dammerhöhung und Ausweitung des bestehenden Lawinenschutzdammes im Steingraben (Gemeinde Hallstatt) in Angriff genommen. Das Büro des Autors wurde mit der Ausarbeitung eines geotechnischen Gutachtens zum Nachweis der inneren und äußeren Sicherheit des geplanten Dammbauwerkes, sowie mit der Durchführung von Steinschlagsimulationen zur Überprüfung der Dammmenge hinsichtlich des Steinschlagschutzes beauftragt.

Der Steingraben erstreckt sich vom Niveau des Hallstätter Sees (ca. 508 m ü. A.) bzw. der Landesstraße bis auf den Gipfelbereich des westlich anschließenden Schneidkogels (ca. 1550 m ü. A.).

Der Projektstandort liegt im zentralen Abschnitt der Nördlichen Kalkalpen. Der Felsuntergrund im Projektgebiet wird aus Dachsteinkalk aufgebaut. Am unmittelbaren Projektstandort wird der Dachsteinkalk, insbesondere randlich der Tiefenlinie des Steingrabens, von quartären Sedimenten überdeckt. Die Mächtigkeit dieser Abfolgen beträgt laut durchgeführten Aufschlussbohrungen mindestens 8 m.

Der Dachsteinkalk fällt im Bereich des Projektgebietes mit ca. 30° Richtung SE und weist somit bereichsweise ein annähernd hangparalleles Einfallen der Schichtflächen auf. Dadurch kann es, wie auch aus der den Graben begleitenden Geröllfracht erkennbar ist, immer wieder zum Abbrechen von Schichtköpfen kommen, die als Blöcke mit einer Größe bis zu wenigen Kubikmetern bis zur Straße bzw. dem See vordringen können.

Die quartären Sedimente, die beiderseits der Grabenflanken anstehen, zeigen den Probeschürfen entsprechend einen weit gestuften Kornaufbau von Blöcken bis Schluff mit schlechter Sortierung und der Einlagerung von Bergsturzmaterial. Wie aus der durchgeführten Korngrößenanalyse erkennbar, liegt der Anteil der Steinkorngröße bei über 30%.

Der geplante Lawinenschutzdamm kommt zum geringen Teil auf Felsuntergrund, zum überwiegenden Teil auf quartären Lockersedimenten (als Hangumlagerungsdecken angesprochen) bzw. auf dem bestehenden Damm zu liegen. Die Lockersedimente setzen sich aus schluffigen Stein-Kies-Sand-Gemischen mit Blockwerklagen, die von Felssturzereignissen herrühren, zusammen. Der Felsuntergrund besteht aus gebanktem Dachsteinkalk.

Die Standsicherheitsberechnungen werden nach der Gleitkreismethode von Bishop (DIN 4084) durchgeführt. Gemäß den vorhandenen Unterlagen [Lageplan, Schnitt WLV und ZT-Büro Moser/Jaritz] ergab sich die Geometrie des Geländes; die des Dammes basiert in erster Linie auf den seitens der WLV durchgeführten Lawinensimulationen.

Die Berechnungen wurden an Hand des maßgebenden Profiles im Bereich des Schnittes Tiefenlinie durchgeführt (Abb. 7).

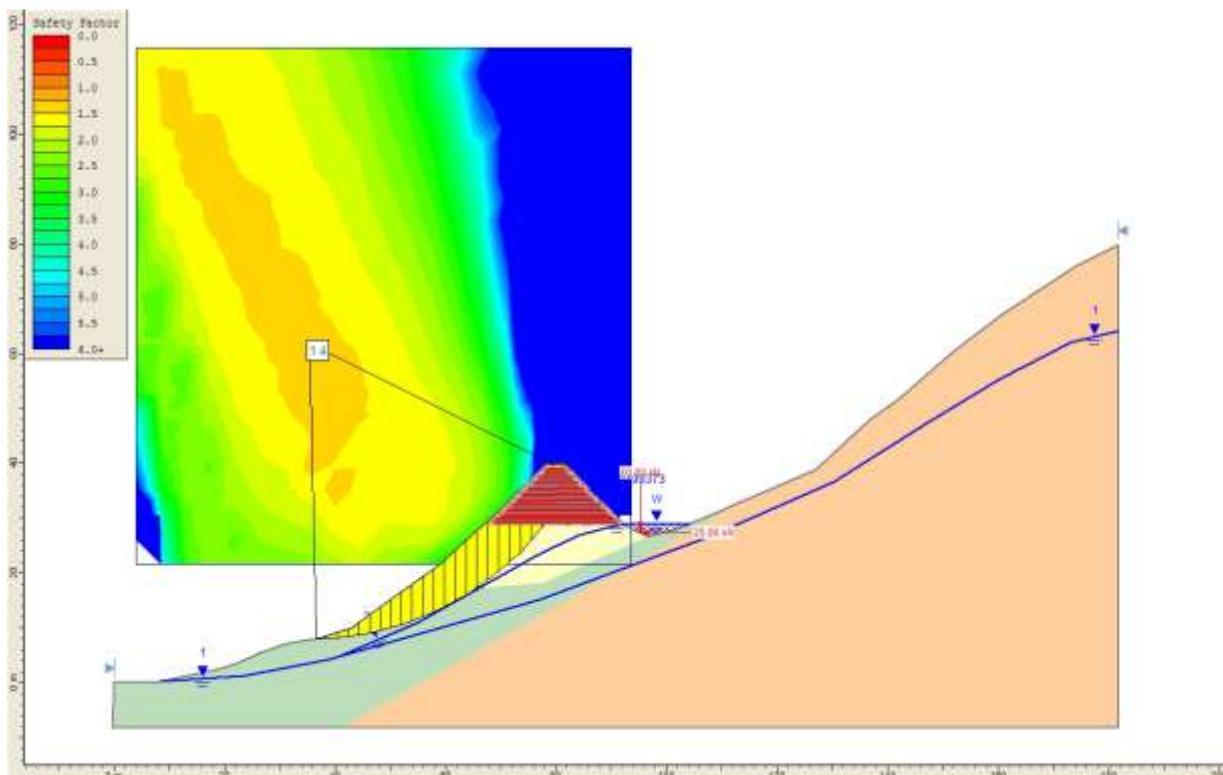


Abb. 7: Standsicherheitsberechnung im Bereich des Lawinenschutzdammes

Der geplante Damm ist entsprechend den durchgeführten Berechnungen und bei entsprechender sorgfältiger Ausführung als standsicher im Sinne der ÖNORM B4040 zu beurteilen.

Es sollte die geplante Dammgeometrie auf ihre Schutzwirkung hinsichtlich Steinschlag beurteilt werden. Dazu wurden Steinschlagsimulationen durchgeführt. Für die Simulationen wurden folgende Unterlagen und Angaben verwendet:

- Böschungsprofile gemäß Daten der Vermessung des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung (Geol-B, Ingenieurvermessung),
- Steingrößen und –formen entsprechend den Geländebegehungen,
- Definition der Abbruchgebiete basierend auf den Geländebegehungen.

Die Simulation wurde mit dem zweidimensionalen Programm ROCKFALL 6.1 durchgeführt.

Damit die Schutzwirksamkeit des geplanten Schutzdammes untersucht werden konnte, wurde für die Simulation das Profil der Tiefenlinie des Steingrabens verwendet, da angenommen werden kann, dass sich die abgebrochenen Blöcke im Bereich der Tiefenlinie konzentrieren.

In einem zweiten Schritt wurde untersucht, ob die Hangschulter im orographisch linken Bereich des Steingrabens durch Blöcke, die im orographisch rechten Bereich des Steingrabens abbrechen, überfahren wird. In beiden Fällen wurde ein ca. 3,5 m<sup>3</sup> großer Block als mobilisierbare Masse unterstellt. Diese Blockgröße wurde für die anschließende computerunterstützte Steinschlagsimulation verwendet. Das Einzugsgebiet für Steinschläge ist auf Abbildung 8 erkennbar.



Abb. 8: oberer Bereich des Steingrabens

Mit Hilfe dieser Methode kann die kinetische Energie, die Sprunghöhe, die Transportlänge eines Steines oder Blockes, bzw. die Anzahl der passierten Blöcke bei einem Kontrollquerschnitt untersucht werden.

Die Ergebnisse der durchgeführten Simulation zeigen, dass in allen untersuchten Profilen kein Block das Schutzbauwerk bzw. die Hangschulter im orographisch linken Bereich des Steingrabens überrollt bzw. überspringt.

Wie bereits oben erwähnt, stellen die hier vorgestellten Beispiele nur ein kleines Spektrum der gesamten Tätigkeit der angewandten Geologie im Bezirk Gmunden dar, sie vermitteln vielleicht aber auch die Freude des Autors an der interessanten, abwechslungsreichen und naturbezogenen Arbeit eines Geologen.

## LITERATUR

Geologische Bundesanstalt (Hrsg.) 1982. Geologischen Karte der Republik Österreich, Bl. 96 Bad Ischl, Wien.  
 Geologische Bundesanstalt (Hrsg.) 1996. Geologischen Karte der Republik Österreich, Bl. 66 Gmunden, Wien.